



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA

**PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR: DO PLANEJAMENTO DO  
PLANTIO A COLHEITA.**

ESTEVÃO MINATTO ALBERTON

Florianópolis/SC  
Dezembro de 2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA

**PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR: DO PLANEJAMENTO DO  
PLANTIO A COLHEITA.**

Trabalho de conclusão de curso.  
Relatório de estágio apresentado ao curso  
de Agronomia da Universidade Federal de  
Santa Catarina. Requisito parcial à  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo. Acadêmico: Estevão Minatto  
Alberton. Orientador: Prof. Fernando  
Cesar Bauer. Supervisor: Lucas Murilo da  
Silveira Tanajura. Empresa: Usina  
Açucareira Ester S/A.

Florianópolis/SC  
Dezembro de 2012

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família, meus pais Hercílio Collaço Alberton e Alba Regina Minatto Lopes pelo incondicional apoio intelectual, afetivo e financeiro inerentes a minha formação. Minhas irmãs Elga Heloisa Alberton, Ethel Helena Alberton, minha esposa Bianca Teixeira e minha filha Yasmin Teixeira Alberton.

A todos os amigos que conquistei durante a graduação, principalmente da turma 2007-1, que tornaram o cotidiano da vida acadêmica mais prazeroso. A família Luzzi que tão bem acolheu-me na disciplina Estagio de vivencia.

A Universidade Federal de Santa Catarina junto a professores e técnicos que compuseram a grade curricular a qual fui submetido, dando suporte material e intelectual para minha formação.

Aos Eng. Agrônomos Dib Nunes, Walter Lima e Lucas Murilo da Silveira Tanajura e toda equipe técnica do setor agrícola da Usina Açucareira Ester S/A que foram de suma importância para a conclusão do curso de Agronomia.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. OBJETIVOS DO ESTÁGIO .....</b>	<b>3</b>
3.1. OBJETIVO GERAL .....	3
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>4</b>
<b>5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....</b>	<b>5</b>
<b>5.1. PREPARO DE SOLO .....</b>	<b>5</b>
5.1.1. AMOSTRAGEM DE SOLO .....	6
5.1.2. LEVANTAMENTO DE PRAGAS.....	6
5.1.3. SISTEMATIZAÇÃO.....	6
5.1.4. CALAGEM .....	7
5.1.5. GRADAGEM .....	7
5.1.6. SUBSOLAGEM .....	8
<b>5.2. PLANTIO.....</b>	<b>9</b>
5.2.1. NIVELAMENTO.....	11
5.2.2. SULCAÇÃO .....	11
5.2.3. APLICAÇÃO DE TORTA DE FILTRO .....	12
5.2.4. CORTE E TRANSPORTE DA MUDA.....	12
5.2.5. DISTRIBUIÇÃO E SECCIONAMENTO DA MUDA .....	13
5.2.6. COBERTURA E FECHAMENTO DOS SULCOS.....	13
5.2.7. ACABAMENTO DE PLANTIO .....	14
<b>5.3. TRATOS CULTURAIS EM CANA PLANTA.....</b>	<b>15</b>
5.3.1. APLICAÇÃO DE HERBICIDAS (PRÉ-TOTAL) .....	15
5.3.2. FERTIRRIGAÇÃO .....	16
5.3.3. OPERAÇÃO DE NIVELAMENTO PÓS PLANTIO .....	18
5.3.4. APLICAÇÃO DE HERBICIDA .....	18
<b>5.4. SISTEMAS DE COLHEITA .....</b>	<b>20</b>
5.4.1. AVALIAÇÃO PRÉ-COLHEITA.....	20
5.4.2. COLHEITA MECANIZADA.....	20
5.4.2.1. Corte mecanizado .....	21
5.4.2.2. Avaliação de perdas .....	21
5.4.2.3. Transbordamento da cana.....	22
5.4.2.4. Transporte .....	23

5.4.3. COLHEITA MANUAL .....	24
5.4.3.1. Corte manual da cana .....	25
5.4.3.2. Carregamento e transporte.....	25
5.4.3.3. Avaliação de perdas e catação.....	26
<b>5.5. TRATOS CULTURAIS DA CANA SOCA .....</b>	<b>27</b>
5.5.1. MANEJO DA PALHA.....	27
5.5.2. CALAGEM .....	27
5.5.3. APLICAÇÃO DE VINHAÇA.....	28
5.5.4. TRÍPLICE OPERAÇÃO .....	28
5.5.5. APLICAÇÃO DE HERBICIDA .....	29
5.5.6. CONTROLE DE PRAGA .....	29
5.5.7. AFERIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS .....	30
<b>5.6. DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA.....</b>	<b>31</b>
5.6.1. AMBIENTES DE PRODUÇÃO .....	32
5.6.2. ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE.....	34
5.6.3. VIVEIROS DE MUDAS.....	34
5.6.4. QUALIDADE AGRÍCOLA.....	34
 <b><u>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</u></b>	<b><u>35</u></b>
 <b><u>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u></b>	<b><u>38</u></b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aplicação de calcário na Fazenda Funil para plantio de cana-de-açúcar inverno. Cosmópolis/SP, 2012. ....	7
Figura 2. Fluxograma operacional do preparo de solo para cultivo de cana-de-açúcar na Usina Esther. ....	8
Figura 3. Operação de subsolagem na Fazenda Funil para plantio de cana-de-açúcar. Cosmópolis/SP, 2012. ....	9
Figura 4. Operação de cobertura e fechamento dos sulcos de plantio em área cultivada com cana-de-açúcar. ....	14
Figura 5. Fluxograma operacional de plantio de cana-de-açúcar na Usina Esther. ....	15
Figura 6. Tanque Biodigestor para vinhaça da Usina Esther. ....	16
Figura 7. Tanque/recalque para água e/ou vinhaça da Usina Esther, nas proximidades da SP-332. ....	17
Figura 8. Equipamento para distribuição da vinhaça a partir de caminhões pipa. ....	18
Figura 9. Fluxograma operacional dos tratos culturais da cana planta. ....	19
Figura 10. Trator acoplado ao transbordo alinhado com a colhedora na operação de colheita mecanizada. ....	21
Figura 11. Carregamento de Rodotrem auxiliado por fiscal e carregadora. ....	23
Figura 12. Fluxograma operacional da colheita mecanizada. ....	24
Figura 13. Fluxograma operacional colheita manual. ....	27
Figura 14. Cultivador sendo abastecido com formulado (NPK). ....	29
Figura 15. Aplicação de produtos para controle químico de Sphenophorus L. ....	29
Figura 16. Fluxograma operacional dos tratos culturais da cana soca. ....	31

## RESUMO

O presente trabalho é uma síntese das atividades desenvolvidas durante o estágio de conclusão de curso realizado na Usina Açucareira Ester S/A, na cidade de Cosmópolis/SP, entre os meses de julho a setembro de 2012. Neste período, pode-se acompanhar o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, desde o planejamento de implantação até a colheita envolvendo assim análise de solo, preparo do solo, plantio, tratos culturais da cana planta e cana soca e colheita. A metodologia empregada envolveu visitas aos canaviais com os coordenadores de área, anotações das recomendações realizadas pelo departamento técnico, participação em reuniões do departamento agrícola e palestras na Cooperativa dos plantadores de cana do estado de São Paulo (COPLACANA). Os principais assuntos abordados no estágio foram relacionados com a qualidade dos serviços prestados pelos colaboradores e o comportamento dos canaviais ao sistema de colheita mecanizado com a cana crua.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar, produção, tratos culturais, colheita mecanizada.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho descreve as atividades desenvolvidas durante a disciplina de Estágio Curricular Obrigatório do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina, realizado no segundo semestre de 2012, período no qual, através de estágio na Usina Açucareira Ester localizada na cidade de Cosmópolis – SP, foi possível relatar os processos envolvidos na produção de cana de açúcar.

A estrutura atual do setor iniciou sua formação em 1975, com o lançamento do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que tinha objetivo de reduzir a dependência energética do país a partir de grandes investimentos na produção e subsídios ao desenvolvimento de um mercado consumidor do álcool (LINS, 2007).

Segundo Moraes e Shikida (2002, p.17) o setor possui características especiais, dado que produz em escala industrial açúcar e álcool e, recentemente tem desenvolvido o processo de co-geração de energia elétrica a partir do bagaço da cana e biodigestão da vinhaça. Segundo os referidos autores: “A característica de aproveitamento múltiplo da cana-de-açúcar, cujos produtos intermediários e finais são dotados de grande versatilidade, torna bastante complexos o planejamento e a organização dessa cadeia produtiva.”

A cana-de-açúcar ocupa hoje área de aproximadamente 9,68 milhões de hectares, com expansão prevista para 12,2 milhões de hectares na safra 2015/2016, produzindo cerca de 902,8 milhões de toneladas de cana-de-açúcar (IBGE, 2012). Segundo a UNICA - União Nacional dos Produtores de Cana (UNICA, 2012), as exportações brasileiras da safra 2012 de etanol anidro acumulam 1.528.603 m<sup>3</sup> de abril a 16 de novembro de 2012, um aumento de 35,4% em relação a 2011. Os principais destinos foram EUA, Países Baixos, Japão, Suécia e El Salvador.

O cultivo da cana vem sofrendo mudanças significativas no seu manejo nos últimos anos devido, principalmente, às exigências de órgãos ambientais no que se refere à queima da palhada anteriormente ao corte (Tedesco et al. ,1999). O Decreto de Lei Estadual No. 47.700, de 11 de março de 2003 do Estado de São Paulo, regulamenta a Lei Estadual No. 11.241, de 19 de setembro de 2002, determina prazos para a eliminação gradativa do emprego do fogo para despalha da cana-de-açúcar nos canaviais, sendo de grande interesse agrícola e ecológico,



estabelecendo procedimentos, regras e proibições que visam regulamentar a queima em práticas agrícolas. Assim, o setor está sendo alvo de forte pressão do Ministério Público Federal e Estadual, no sentido da redução desse prazo ou até mesmo, o fim imediato das queimadas (Cosentino e Souza; 2007).

Segundo Machado (2008), os EUA aumentaram seus investimentos na produção de etanol a partir do milho, sendo atualmente o maior produtor do mundo, com 115 refinarias em operação capazes de produzir 21,5 bilhões de litros. Apesar desses dados, a produção ainda não supre a demanda americana, pois, com a necessidade de substituição do MTBE (aditivo oxigenante da gasolina), que tem provocado sérias ações judiciais decorrentes da poluição de lençóis freáticos nos EUA, muitos Estados americanos passaram a exigir a adição do etanol à gasolina. Criou-se, assim, um grande mercado para o Brasil, pois, mesmo com as medidas protecionistas americanas, as exportações brasileiras cresceram 571% em relação ao ano de 2005.

Segundo Franco (2006), o etanol produzido a partir do milho, beterraba e trigo são econômica e energeticamente inviáveis, pois consomem mais energia do que geram no processo, e os custos não se comparam: o etanol da beterraba custa 160% a mais do que o da cana-de-açúcar; o do trigo, 140% mais caro; e o do milho, 65% mais elevado. Estes fatores deixam o Brasil em uma posição privilegiada, pois há tecnologia avançada, espaço para aumento da área plantada e menores custos de produção, o que demonstra um cenário bastante promissor para o etanol brasileiro.

## **2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA**

A história da Usina Açucareira Ester teve início no ano de 1898, quando o grupo Nogueira, composto pelos Srs. Arthur Nogueira, José Paulino Nogueira, Paulo de Almeida Nogueira, Sidrack Nogueira e Antonio Carlos Silva Telles, adquiriu uma área de 6.000 alqueires paulistas, localizada em pleno sertão Campineiro, a qual era propriedade da Companhia Sul Brasileira e Colonizadora, presidida pelo Barão Geraldo de Rezende (UAE, s/d).

Em 1907 ocorreu a constituição da Sociedade Anônima Usina Esther. O nome Esther representou uma homenagem a D. Esther Nogueira, esposa do Dr. Paulo de Almeida Nogueira, primeiro presidente da Sociedade. Em 1939, foi

transformada em Sociedade Agrícola Anônima com a denominação Usina Esther S/A. Em 1977 foi alterada a razão social da empresa para Usina Açucareira Ester S/A.

Atualmente os canaviais da usina ocupam uma área aproximada de 17.000 hectares, divididos em terras próprias e arrendadas. Há hoje uma grande necessidade de expansão da área produtiva, em vista de que a indústria tem potencial produtivo superior a área plantada.

Desta forma, há uma constante busca por novas terras para arrendamento, onde se busca prioritariamente a possibilidade de implantação da colheita mecanizada e proximidade com a destilaria. A principal dificuldade em encontrar novas áreas esta na disputa constante de expansão com outras usinas da região, assim como a especulação imobiliária promovida pela proximidade dos centros urbanos.

A Usina Ester conta também com a produção terceirizada de cana-de-açúcar, o que requer profissionais preparados para gerir estas parcerias. Atualmente a área aproximada de cana produzida por terceiros é de aproximadamente 7.000 hectares.

A indústria quando em sua capacidade máxima tem potencial para moer 450 toneladas de cana por hora, produzindo sempre 40% de álcool e 60% de açúcar. A Usina Açucareira Ester explora o nicho de mercado do álcool anidro, produto mais nobre e valorizado frente ao álcool combustível.

### **3. OBJETIVOS DO ESTÁGIO**

#### **3.1. Objetivo geral**

Acompanhar todas as atividades inerentes ao cultivo da cana-de-açúcar

#### **3.2. Objetivos específicos**

Acompanhar as operações de preparo de solo, plantio, tratos culturais e colheita da cana de açúcar, adquirindo conhecimentos específicos;

Aprender sobre os cultivares utilizados nesta região de São Paulo e suas características adaptativas;

Observar o manejo e recomendações técnicas empregados na cultura da cana-de-açúcar;

Conhecer o dinamismo de uma agroindústria do setor sucroalcooleiro.

#### **4. METODOLOGIA**

O relatório do estágio foi elaborado a partir das atividades e informações obtidas durante o período de sua realização e complementadas com a pesquisa de referências. Durante a realização do estágio, várias informações foram repassadas pelos Engenheiros Agrônomos e pelos Técnicos Agrícolas sobre o manejo das culturas, produtos utilizados para o controle de pragas, manejo de plantas invasoras, formulações de fertilizantes, períodos de aplicação de defensivos pré e pós-emergente, escolha de cultivares que melhor responde aos diferentes ambientes de cultivo, regulagem de adubadores e pulverizadores, entre outras. Todas essas informações, juntamente com as observações registradas nas visitas aos canaviais, foram complementadas com a pesquisa de referência.

O supervisor do estágio, Eng. Agrônomo Lucas Murilo da Silveira Tanajura propôs um cronograma (Tabela 1) para realização do estágio onde o estagio foi dividido em quatro períodos de duas semanas, em cada período acompanhei a campo os coordenadores de operações na seguinte sequência: preparo de solo e plantio; tratos culturais cana planta e soca; desenvolvimento agrícola; colheita. A ultima semana foi dedicada ao setor de qualidade, entretanto, participei de todas as auditorias realizadas durante o período do estágio.

Tabela 1: Cronograma do estágio

Semana	Atividade	Coordenador
1	Preparo de solo	Eng. Flor. Edmilson Moraes
2	Plantio	Eng. Flor. Edmilson Moraes
3 e 4	Tratos culturais	Eng. Agr. Ronaldo Lima
5 e 6	Desenvolvimento Agrícola	Milton Fernandes
7 e 8	Colheita	Eng. Agr. Rafael Valamede Alves
9	Planejamento e Qualidade	Dalton Sobral

## 5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

### 5.1. Preparo de solo

Esta operação tem como objetivo promover a redução de pragas de solo e de populações de plantas invasoras (companheiras), descompactação do solo, incorporação de corretivos, quebra de obstruções físicas (torrões, pedregulhos, restos vegetais), sistematização da área e implantação de práticas conservacionistas.

Segundo Benedini & Conde (2008) não basta apenas possuir máquinas para colher a cana-de-açúcar, a colheita depende de um conjunto de sistematização cuidadoso na área de plantio, como nivelamento de terreno, tamanho de talhões, retirada de materiais estranhos, locação de estradas e carregadores, sistema conservacionista e planejamento da sulcação.

O preparo convencional do solo, segundo Carvalho Filho et al. (2008), geralmente se compõe de uma aração, seguida de duas gradagens para destorroamento e nivelamento

O preparo do solo pode ser feito com subsoladores, arados e grades, sob o objetivo de proporcionar o adequado ambiente à implantação e ao desenvolvimento das plantas. Para tanto, a sequência de operações tem por objetivos destruir antigas soqueiras, minimizar a ocorrência de plantas invasoras e modificar a estrutura do solo, proporcionando melhores condições de densidade e aeração (AZEVEDO, 2008).

### 5.1.1. Amostragem de solo

Tendo em vista uma área nova de cultivo, a primeira atividade efetuada é a coleta de uma amostra composta do solo, esta deve ser homogênea e representativa. O laudo de análise de solo servirá para futuras correções de adubação e calagem e será decisivo para escolha correta do cultivar a ser plantado.

### 5.1.2. Levantamento de pragas

A segunda atividade consiste em um levantamento de pragas de solo, caso constatado populações dessas, é realizado uma operação de destruição de restos vegetais com aplicação de produtos fitossanitários específicos para a praga em questão (nematóides, *Sphenophorus*, *Hymenoptera*, etc). Caso não constatado essas populações, é realizado a dessecação da área com herbicida apropriado.

### 5.1.3. Sistematização

Na etapa seguinte é feito a sistematização do terreno, esta operação tornou-se fundamental para implementação da colheita mecanizada. A primeira etapa da sistematização consiste na demarcação de áreas de preservação permanente (APPs) e terraços, estes são feitos com os tratores de esteira podendo ou não ser terminados pelas motoniveladoras. Os terraços são padronizados em todas as áreas de cultivo sendo do tipo embutido, com altura de 90 a 110 cm e dispostos a cada 5 metros de desnível, indiferente as características do solo, registros pluviométricos e altura de rampa. Contudo raros são os casos de rompimento dos mesmos.

Na sequência são corrigidas pequenas imperfeições no relevo para um melhor controle de erosão. Esta operação é concluída após a construção do sistema viário, composto por carregadores principais, secundários e pontos de transbordo e alocação de corretivos.

#### 5.1.4. Calagem

Dando seqüência ao preparo de solo, segue a operação de calagem (**Figura 1**), efetuada por terceiros, cabendo ao setor agrícola da Usina apenas a interpretação do laudo das análises de solo e decisão sobre qual tipo de calcário a ser aplicado, visando uma boa relação Ca/Mg (3/1).



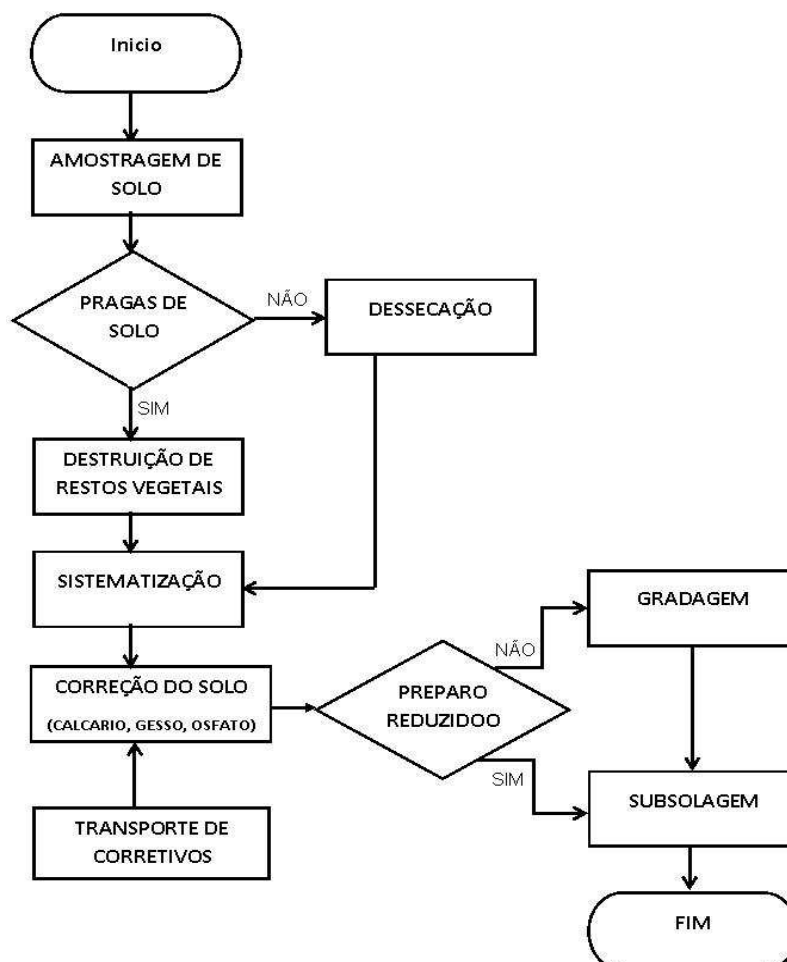
**Figura 1.** Aplicação de calcário na Fazenda Funil para plantio de cana-de-açúcar inverno. Cosmópolis/SP, 2012.

#### 5.1.5. Gradagem

A operação de gradagem tem o objetivo de descompactar a parte mais superficial do solo (até 20 cm), arrancar e incorporar restos vegetais, promover a desagregação do solo em partículas menores, facilitando o desenvolvimento da cultura. Esta operação não é efetuada quando se opta pelo preparo reduzido, que por sua vez diferencia-se do preparo de solo convencional apenas pelas operações de gradagem (**Figura 2**).

Primeiramente o operador (tratorista) marca o contorno da área (talhão) gradeando-o, na seqüência o implemento passa pelo interior do talhão sistematicamente até finalizar toda área. Esta operação é realizada duas vezes com a grade pesada, caso o resultado obtido não seja satisfatório (ocorrência de torrões e ou presença de restos vegetais), deve-se passar uma grade intermediária.

A **Figura 2** mostra, através de fluxograma, a rotina para preparo do solo na Usina.



**Figura 2.** Fluxograma operacional do preparo de solo para cultivo de cana-de-açúcar na Usina Esther.

#### 5.1.6. Subsolagem

A operação que finaliza o preparo de solo é a subsolagem (**Figura 3**), esta tem como função principal a descompactação do solo a uma profundidade de até

50 cm, propiciando ambiente favorável ao desenvolvimento do sistema radicular da cultura.

O implemento subsolador é composto de 5 hastes, disco de corte e rolo descompactador, e exige tratores acima de 220 cv para arrastá-lo. É importante ajustar a profundidade, velocidade de operação de acordo com as condições do solo.



**Figura 3.** Operação de subsolagem na Fazenda Funil para plantio de cana-de-açúcar. Cosmópolis/SP, 2012.

A equipe de preparo do solo funciona em três turnos 24 horas por dia, é composta por dois tratores John Deere 220,cv dois tratores de esteira e uma motoniveladora. O rendimento operacional do preparo de solo é de 0,83 ha/h, com rendimento individual das máquinas de: Motoniveladora 3,0 ha/h; grades pesadas 2,6 ha/h; trator de esteira 0,8 ha/h; grade intermediária 1,5 ha/h.

## **5.2. Plantio**

Beauclair & Scarpari (2006) apresentam as etapas do desenvolvimento inicial da cultura, relacionando as necessidades fisiológicas da planta com as práticas usuais para o plantio. Para os autores, o plantio é a prática que mais envolve o conhecimento das relações solo-planta-atmosfera. A interação entre esses fatores pode ditar o sucesso ou o fracasso de todo o ciclo da cultura que, normalmente, é de cinco a seis anos.



Coleti & Stupello (2006) abordam as principais atividades que envolvem as operações de plantio da cana-de-açúcar, gemas por metro linear, manejo fitossanitário, profundidade de sulco de plantio, época de plantio. Os autores ressaltam que as tomadas de decisão no plantio irão influenciar todo o ciclo da cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar é uma cultura consolidada no Estado de São Paulo, sendo plantada em diferentes épocas do ano para atender a demanda da indústria durante todo o período de safra. O plantio é classificado de acordo com o período do ano em que este é realizado, podendo ser sistema de ano-e-meio, de ano ou sistema de inverno.

O plantio realizado de dezembro a março, denomina-se cana de ano e meio, apresenta ciclo mais longo, aproximadamente 18 meses, assim a cana-de-açúcar passa por três períodos distintos, onde no primeiro encontra condições favoráveis ao crescimento vegetativo; o segundo período que se estende de abril a setembro é marcado pela redução do metabolismo da planta, provocado pelo stress hídrico e baixa temperatura do ar; o terceiro período vai de setembro/outubro a abril/maio do ano seguinte, a cana-de-açúcar retoma seu crescimento e inicia fase de maturação, chegando ao ponto ideal de colheita, esta da início a safra.

O sistema de plantio cana de ano (12 meses), é pouco usado na região devido a sua baixa produtividade frente ao sistema de ano-e-meio e também pelas dificuldades de preparo de solo nos meses de outubro a novembro, marcado pelo início da estação chuvosa.

O plantio de inverno, marcado pela estiagem, é viável apenas em áreas contempladas pela fertirrigação ou adubação com torta de filtro, esta com cerca de 50% de umidade, suprimindo assim a necessidade hídrica da cana para brotação.

O uso de tecnologias voltadas a agricultura de precisão foi empregado durante o plantio de inverno, com a abertura dos sulcos (sulcação) sendo feita com um trator munido de sistema de navegação Greenstar 3 e um implemento sulcador/adubador de 3 linhas, configurado para o espaçamento entre sulcos de 1,5 m e profundidade de aproximadamente 35 cm.

O sistema de navegação que direciona a sulcação é bastante preciso e permite uma importação dos dados para as operações subsequentes, reduzindo

assim perdas de produtividade do canavial por sobreposição de herbicidas e pisoteio das linhas de plantio durante trânsito de máquinas e colhedoras na área.

O sistema de plantio da Usina Açucareira Ester é semi-mecanizado onde apenas a distribuição de montes de mudas no campo é realizada por carregadeiras, sendo o corte, distribuição no sulco e seccionamento das mudas feitos manualmente.

#### 5.2.1. Nivelamento

O plantio inicia-se com um novo nivelamento e posterior aplicação de herbicidas, buscando corrigir imperfeições do relevo e a aplicação uniforme de herbicidas na dosagem recomendada (L/ha). Para uma maior eficiência do herbicida, o terreno não deve conter torrões com diâmetro superior a 10 cm. O implemento é composto por grade niveladora e tanque pulverizador podendo ser realizado por tratores pequenos/médios.

#### 5.2.2. Sulcação

A sulcação é feita com implemento sulcador/adubador de três linhas, o que exige um trator médio/grande para garantir o paralelismo entre linhas, caso contrário a patinação do trator compromete a qualidade da operação.

Para uma distribuição homogênea do adubo é necessário a aferição do adubador e manter uma velocidade constante. O adubo deve ser disposto na parte mais profunda do sulco a uma profundidade de aproximadamente 30 cm.

Para esta operação especificamente a Usina Açucareira Ester dispõe de tecnologia de precisão, equipando o trator com sistema de navegação via satélite, piloto automático e controle de velocidade.

Esse sistema de precisão exige que o operador faça a primeira linha da quadra e a partir desta marcação o sistema calcula e projeta as linhas subsequentes no monitor, cabendo ao operador apenas manobrar o trator até a entrada de cada projeção. A cada 6 sulcos abertos, o operador deve deixar de sulcar 6 para a passagem do caminhão de transporte de mudas, e somente após a distribuição dos montes de mudas conclui-se a sulcação.

### 5.2.3. Aplicação de torta de filtro

A torta de filtro é um resíduo da indústria sucroalcooleira usado para adubação. A cada tonelada de cana processada há produção de 35 kg de torta de filtro, com matéria orgânica (40%), fósforo (2%), nitrogênio (1,4%), potássio (0,3%), cálcio (4%) magnésio (0,4), enxofre (1,3%), cobre (65ppm), ferro (2500ppm), manganês (625ppm), molibdênio (0,6) e zinco (90ppm) e 75% de umidade.

De maneira geral, a torta de filtro aplicada na adubação potencializa a capacidade de troca de cátions (CTC), aumenta significativamente as reservas de fósforo e também eleva o pH do solo, reduzindo assim a atividade do alumínio.

Ao ser retirada da indústria a torta é conduzida ao pátio de compostagem, onde é misturada a serragem e revolvida por 4 vezes no período de um mês. Este período de repouso é basicamente para promover a perda de umidade, aumentando a eficiência do transporte para os campos, a mesma chega ao pátio com 75% de umidade e sai com 45%.

O transporte compostagem/campo é feito por caçambas e uma vez no campo, com auxílio de uma carregadora, é disposta nos distribuidores que por sua vez a distribuem no interior do sulco. Estes implementos necessitam de ajustes para uma distribuição uniforme e dentro da dose recomendada.

### 5.2.4. Corte e transporte da muda

Primeiramente é feita uma averiguação do índice de maturação (IM) nos canteiros de mudas, onde  $IM = \text{brix da ponta do colmo} / \text{Brix da base do colmo}$ , possibilitando a determinação do estágio de maturação ideal para plantio (Tabela 2). Outros fatores devem ser levados em consideração, tais como: idade da cana, fitossanidade, variedade, época do ano, condições edafoclimáticas do local a ser plantado.

Tabela 2: Estágio de maturação da cana e índice de maturação (IM).

Estágio de maturação	Índice de maturação
Cana verde	< 0,60
Cana em maturação	0,60 – 0,85
Cana madura	0,85 – 1,00
Cana em declínio de maturação	>1,00

O corte das plantas é feito manualmente por uma equipe de corte.. Com auxílio de uma carregadora as mudas são dispostas em um caminhão (terceirizado) que faz o transporte até a área de plantio. Cada viagem atende entre 0,6 a 0,9 ha de plantio

#### 5.2.5. Distribuição e seccionamento da muda

Esta operação é feita pelo caminhão de transporte de mudas, carregadora e equipe de plantio manual. O caminhão trafega quadra adentro nas faixas não sulcadas e a carregadora distribui montes de mudas espaçados a uma distância média de 15 metros na linha e aproximadamente 10 metros entre linhas (7 linhas). Esta distribuição deve ser feita com homogeneidade e numa proporção que atenda a disposição média de 15 a 18 gemas por metro. É importante o operador da carregadora ter experiência na operação, o “feeling” na distribuição implica diretamente no rendimento das mudas no plantio e o excesso de manipulação das mudas gera perdas de gemas por quebra e esmagamento.

A equipe de plantio realiza a disposição das mudas no sulco (pé com ponta) e o corte das mesmas em pedaços de 40 a 50 cm.

#### 5.2.6. Cobertura e fechamento dos sulcos

A operação de cobertura pode ser realizada com trator pequeno/médio 4x2, com implemento cobridor/pulverizador (**Figura 4**) devidamente regulado para uma distribuição uniforme e na dosagem correta pré estabelecida dos produtos fitossanitários. Dependendo das condições do solo e relevo é necessário uma recobrição manual dos sulcos por trabalhadores rurais.



**Figura 4.** Operação de cobertura e fechamento dos sulcos de plantio em área cultivada com cana-de-açúcar.

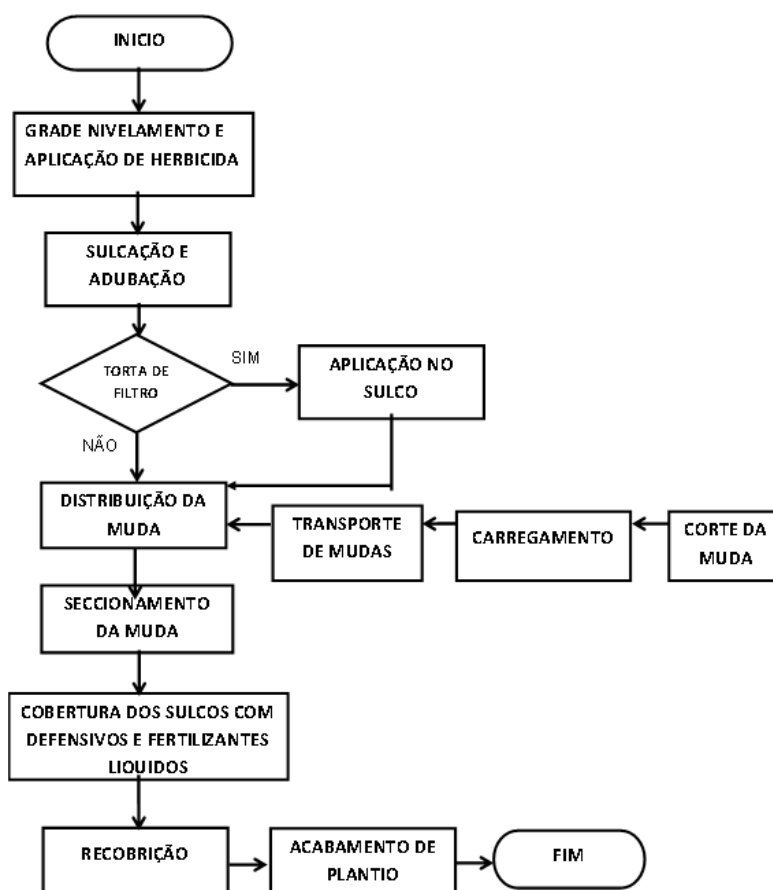
#### 5.2.7. Acabamento de plantio

O acabamento de plantio consiste em um ultimo ajuste no relevo, carregadores principais e secundários, saídas d água lombadas e pontos de transbordamento.

As vias de tráfego devem ser abauladas, neste formato evita-se a formação de poças nos períodos chuvosos como também tardia os reparos das vias. Com o passar dos anos as vias tendem a ficar planas devido ao tráfego de caminhões e maquinas.

As saídas d'água, sangradouros e caixas de retenção, têm como objetivo principal a quebra da velocidade e fluxo continuo da água nos limites da via, deslocando o fluxo para dentro do canavial, evitando assim o inicio de um processo erosivo. Estas estruturas são feitas com auxilio de uma motoniveladora.

A **Figura 5** mostra, na forma de fluxograma, os processos envolvidos no planto da cana-de-açúcar na Usina.



**Figura 5.** Fluxograma operacional de plantio de cana-de-açúcar na Usina Esther.

### 5.3. Tratos culturais em cana planta

A cana planta normalmente ocupa cerca de 20% da área total, abrangendo as áreas recém reformadas e novas áreas. Os tratos culturais para esse sistema de cultivo têm como objetivos prover água e nutrientes, controlar pragas e plantas infestantes e nivelar as imperfeições da sulcação pós plantio.

#### 5.3.1. Aplicação de herbicidas (pré-total)

A primeira operação consiste na aplicação de herbicida pré-emergente em toda a área (pré-total) logo após o plantio. Este período é o mais critico para infestações, uma vez que as plantas daninhas encontram um ambiente rico em luz e nutrientes para desenvolver-se. Visando um melhor resultado, é preciso que

as condições climáticas (vento e umidade relativa do ar) estejam favoráveis a aplicação, também deve ser feita preferencialmente antes da emergência das plantas daninhas, não necessariamente antes da cultura.

### 5.3.2. Fertirrigação

O fornecimento de água segue o mesmo fluxo da vinhaça, ambas provêm da indústria e seguem em tubulações denominadas linha 1 (L1), linha 2 (L2) e linha 3 (L3). As linhas 1 e 2 seguem ao Sul da Usina, onde está localizada uma usina de **biodigestão (Figura 6)**. Junto a este complexo existem 2 tanques, um de armazenamento, outro de resfriamento que abastece o biodigestor e um centro de abastecimento de caminhões pipa.



**Figura 6.** Tanque Biodigestor para vinhaça da Usina Esther.

A água residual e a vinhaça provindas das linhas 1 e 2 podem ser desviadas para 2 canais, o primeiro canal recoberto por lona está localizado a aproximadamente 200 metros ao sul da Usina, com uma extensão de aproximadamente 4,5 km, segue a sudeste da usina até as proximidades com a SP-332 onde encontra um recalque (**Figura 7**). Aqui há 3 opções: retorno ao canal, distribuição por tubulação aos canaviais ao sul ou então bombeamento para a região da Fazenda Meia-Lua, onde pode-se desviar para canais ou seguir para tanques de espera e abastecimento de caminhões.



**Figura 7.** Tanque/recalque para água e/ou vinhaça da Usina Esther, nas proximidades da SP-332.

A linha 3, por sua vez, segue a sudoeste da usina até o tanque de reserva e abastecimento de caminhões da “Cachoeira”, a também a opção de desvio por canais, que distribui a água residual/vinhaça ao sul do tanque e a oeste.

A vinhaça é o resíduo da produção de álcool, onde a matéria prima pode ser o caldo de cana, melaço ou a diluição em diferentes proporções destes. Estima-se que para cada litro de álcool fabricado é produzido um volume de vinhaça 15 vezes maior.

Quanto a composição, a vinhaça apresenta grande variação, dependendo da matéria prima usada. Quando o caldo de cana é fermentado, resulta numa vinhaça pouco concentrada se comparado a vinhaça proveniente do mosto de melaço ou mosto misto. Há também uma variação em função da cultivar recebida pela usina, IM, solo etc. Entretanto, pode-se considerar a vinhaça sempre como uma fertirrigação rica em potássio, mesmo após o processo de biodigestão.

Nos canaviais da Usina Açucareira Ester a aplicação da vinhaça na cana planta é considerada uma adubação de reforço e suporte hídrico. A equipe conta com quatro sistemas de irrigação auto-propelido modelo Hidro rolls e 2 tratores para transporte de rolões, canhão e direcionamento da mangueira, sendo necessário pelo menos um funcionário para cada Hidro roll. A vazão é constante e o rendimento da aplicação gira em torno de 115-120 m<sup>3</sup>/ha/hora.

Quanto a aplicação, esta pode se dar de 3 maneiras: direto do canal, do canal para tubulação móvel ou através dos caminhões pipa. Quando a gleba é



próxima a um canal, este é represado e o Hidro roll bombeia a vinhaça/água residual diretamente do canal até o canhão. Para áreas pouco distantes aos canais, a vinhaça é bombeada para uma tubulação móvel, onde a cada 50 metros é ligado um “T” nos quais são conectados os **Hidro roll**.

Nas áreas mais distantes a vinhaça é conduzida por caminhões pipa com capacidade para 15.000 Litros, onde os Hidro rolls são conectados diretamente aos tanques dos caminhões. O tempo gasto para o esgotamento dos tanques é de aproximadamente 15 minutos, a equipe conta com 5 caminhões terceirizados que trabalham 24 horas por dia.



**Figura 8.** Equipamento para distribuição da vinhaça a partir de caminhões pipa.

#### 5.3.3. Operação de nivelamento pós plantio

A operação de nivelamento deve ser realizada de 60 a 90 dias após o plantio, a operação tem o objetivo de uniformizar o terreno, corrigindo imperfeições decorrentes do plantio. A uniformização do terreno permite um melhor rendimento da colheita mecanizada, reduzindo perdas, impurezas e preservando as soqueiras. O implemento utilizado pela Usina Açucareira Ester é bem simples, há apenas uma grade niveladora.

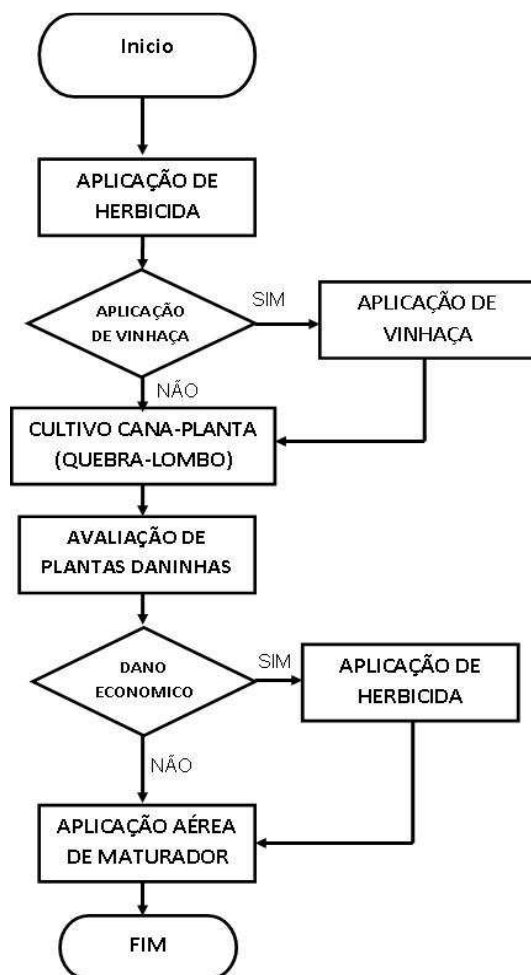
#### 5.3.4. Aplicação de herbicida

Esta operação deve ser realizada logo após a operação de nivelamento pós plantio, uma vez que o revolvimento do solo quebra o residual do herbicida aplicado no início dos tratos culturais.

Primeiramente é feita uma avaliação das plantas infestantes para definição dos produtos a serem utilizados. A aplicação é feita por pulverizador John Deere munido de “pingentes”, mangueiras ligadas aos bicos que se estendem a uma distância de 30 cm do solo, evitando assim o efeito guarda-chuva.

Esta operação é terceirizada e poderia ser evitada se utilizado um implemento nivelador equipado com pulverizador, este implemento ao mesmo tempo que aplaina, pulveriza herbicida nas entrelinhas.

A Figura 9 mostra, na forma de fluxograma, os processos envolvidos nos tratos culturais da cana-de-açúcar na usina.



**Figura 9.** Fluxograma operacional dos tratos culturais da cana-de-açúcar.

## **5.4. Sistemas de colheita**

Nos últimos anos o aumento da área cultivada com cana-de-açúcar forçou o setor a buscar novas tecnologias, principalmente na mecanização da colheita devido à necessidade de maior agilidade no processo, a falta de mão-de-obra e o rigor das leis ambientais que proíbem a queima da palha para o corte manual (MAGALHÃES et al., 2006 apud LIONÇO, 2010).

### **5.4.1. Avaliação pré-colheita**

Antes da entrada das frentes de colheita mecanizada ou manual, é feito uma estimativa da produtividade da área assim como uma análise tecnológica da calda, podendo assim estimar com certa precisão o grau de maturação e quantidade de açúcar.

Nos canaviais da Usina Açucareira Ester há um total de 11 frentes de colheita sendo 5 de colheita manual e 6 mecanizadas. Das frentes de colheita mecanizadas três são propriedade da Usina, divididas em: frentes mecanizadas próprias 1 e 2 compostas por 8 colhedoras, 16 conjuntos trator/transbordo e 2 carregadoras divididos igualmente. Já a frente 3 possui 3 colhedoras, 6 tratores, 6 conjuntos de transbordo e uma carregadora. As demais frentes mecanizadas são terceirizadas.

### **5.4.2. Colheita mecanizada**

A colheita mecanizada funciona em 3 turnos 24 horas por dia durante o período de safra, o que requer um número elevado de funcionários. Além de tratoristas, operadores de colhedoras e carregadoras, a equipe conta com fiscais de frente e seus auxiliares, líderes, mecânicos e comboio de abastecimento.

As colhedoras passam constantemente por manutenção preventiva evitando assim maiores problemas, seguindo um plano de limpeza e lubrificação, troca dos instrumentos de corte, manutenção e limpeza dos elementos de condução (elevador) entre outros. Há também uma programação da oficina para troca de óleo, substituição de peças como filtros de ar, óleo etc.

#### 5.4.2.1. Corte mecanizado

O corte é feito no sentido da linha e rente ao solo, a colhedora possui um sensor que ajusta os elementos de corte a uma altura de 5 cm. Com o trator acoplado ao transbordo trafegando no carreador e alinhado com a colhedora, a operação de corte tem início.

É importante um bom entrosamento entre os operadores do trator e da colhedora (Figura 10), pois é nesta etapa da colheita que ocorrem as maiores perdas de toletes durante o abastecimento dos transbordos.

Cabe também ao operador de colhedora controlar a velocidade de tráfego e RPM da máquina de acordo com a densidade do canavial, esta medida ajuda a reduzir as perdas e o consumo excessivo de combustível.

Tanto o operador de colhedora quanto o do trator devem evitar ao máximo o pisoteio das soqueiras, evitando manobras sobre as quadras e trafegar sempre com o rodado nas entrelinhas.



**Figura 10.** Trator acoplado ao transbordo alinhado com a colhedora na operação de colheita mecanizada.

#### 5.4.2.2. Avaliação de perdas

Esta atividade consiste em demarcar com um gabarito área de 10 m<sup>2</sup>, abrangendo 2 linhas colhidas. São separados lascas, toletes, pontas, pedaços maiores e cana inteira, cada item é pesado individualmente e multiplicando o peso encontrado por 1000, encontra-se a estimativa de perdas em 1 ha.

A uma razão distinta para cada item selecionado pela equipe, quando constatado a presença de tocos maiores que 5 cm, indica problemas na altura de corte da colhedora, podendo ser gerado por irregularidades no relevo (falhas na operação denivelamento pós plantio) ou problemas nos sensores do copiador.

A presença de colmos junto ao palmito, indica problemas na altura de corte do despontador. A presença de pedaços (menores que 2/3 da cana inteira), pode ser decorrência de “soqueira-velha”, cana trançada ou deitada nas entrelinhas já côncavas pelo excesso de tráfego, esta também pode ser a razão das perdas de cana inteira. Quando há presença de toletes, indica que ocorreu falta de sincronia entre o tratorista e o operador de colhedora, ou então excesso de carga no transbordo.

O objetivo maior desta atividade não é calcular as perdas e sim, constatar problemas nas máquinas colhedoras. Quando encontrado uma quantidade acima do normal a campo (2 a 3 ton/ha), o operador da colhedora deve ser informado para possível ajuste na máquina ou atributos da operação (velocidade, RPM e etc).

#### 5.4.2.3. Transbordamento da cana

O transbordo é uma operação simples, onde o trator com conjunto de transbordo deve alinhar com a carreta de transporte de cana picada e despejar a carga de forma homogênea, sem excessos, evitando ao máximo as perdas. O auxiliar do fiscal de frente deve auxiliar nesta operação, conduzindo uma melhor distribuição da carga. Ao final a carregadora ajeita a carga abaulando-a, evitando perdas durante o transporte (**Figura 11**).



**Figura 11.** Carregamento de Rodotrem auxiliado por fiscal e carregadora.

#### 5.4.2.4. Transporte

O sistema de transporte de cana conta com 17 caminhões próprios e aproximadamente 40 terceirizados, divididos em rodotrens (somente para cana picada), treminhões (cana inteira e picada). Todos caminhões utilizados no transporte são classificados como extra-pesados, ou seja, seu peso bruto total é maior que 45 t.

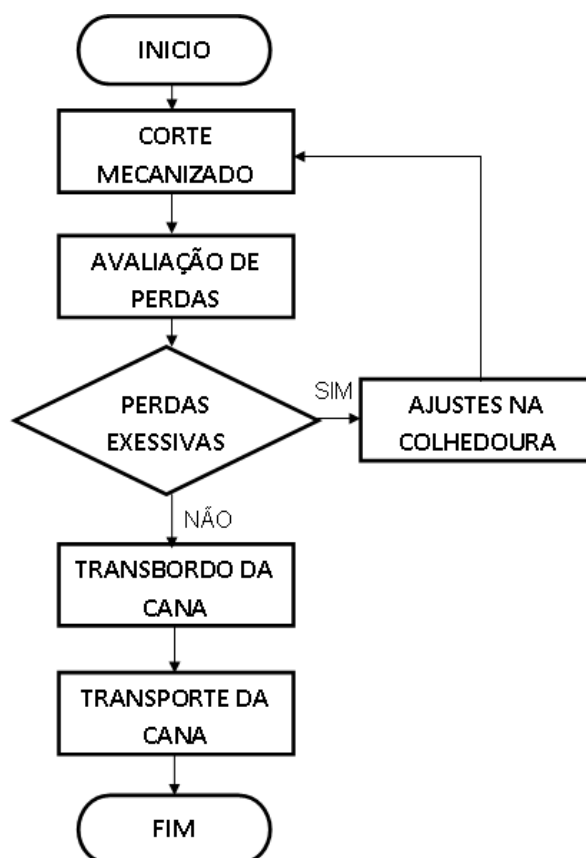
O caminhão conhecido popularmente por rodotrem é um cavalo mecânico de três eixos tracionando um semi-reboque de dois eixos ao qual esta conectado um segundo reboque de 4 eixos por intermédio de uma barra de conexão, totalizando 9 eixos. Com esta configuração o peso bruto total combinado é de 74 toneladas, o qual corresponde a somatória dos limites legais das cargas por eixo.

O treminhão como é conhecido popularmente é composto por um conjunto formado por um caminhão trucado acoplado a dois reboque, composto por um eixo simples (carga máxima 6 ton.), 1 conjunto de eixos em tandem duplo (carga máxima 17 ton.) e 4 eixos duplos (carga máxima 10 ton/eixo) o peso bruto total combinado é de 63 toneladas.

O transporte é monitorado pelo setor de logística, com o auxílio de um programa, sabe-se o tempo médio gasto no trajeto entre as frentes de colheita até o pátio da usina. Ao sair carregado de uma frente, o motorista sinaliza ao setor de logística sua saída via radio, o mesmo ocorre ao chegar à balança. Desta forma o sistema se mantém em constante atualização

A cada duas horas o setor de logística gera um relatório informando o número de caminhões parados, rotação da moenda, número de caixas no pátio e tipo de carga (cana inteira ou picada), número de caixas em tráfego, colhedoras paradas.

A Figura 12 mostra, na forma de fluxograma, os processos envolvidos na operação de colheita mecanizada na usina.



**Figura 12.** Fluxograma operacional da colheita mecanizada.

#### 5.4.3. Colheita manual

O corte manual da cana-de-açúcar é uma prática com forte tendência a desaparecer devido ao elevado custo, baixo rendimento e ao cumprimento dos termos do Protocolo de Cooperação firmado com o governo do Estado de São Paulo.

Este sistema de colheita ainda é usado pela Usina Ester em áreas declivosas ou com alta incidência de pedras onde seria impossível colher mecanicamente com a tecnologia atual.

A política de arrendamento de terras adotou uma estratégia onde apenas áreas passíveis a colheita mecanizada são negociadas, o contratos de áreas que não se enquadram no sistema mecanizado não são renovados.

Todavia as frentes de corte manual são equipadas com área de vivencia, contendo sombra, água gelada, mesas e cadeiras. Os cortadores devem estar equipados com todos EPI's indicados para a função.

#### 5.4.3.1. Corte manual da cana

Os eitos de corte são divididos de 5 em 5 ruas, sendo o marco inicial uma curva de nível ou terraço. Ao procedimento de corte muda de acordo com o estado do canavial (cana reta, cana deitada e/ou bisada, cana crua ou queimada). Quando crua, deve-se efetuar a retirada da palha no momento do corte.

Para corte da cana reta, o cortador deve cortar inicialmente 3 ruas a uma distancia de 100 a 150 metros, alocando-as no sentido pé com pé, retornar ao carreador despontando a cana deitada. Completar o corte das duas ruas restante da mesma forma.

Para cana deitada ou bisada, as 5 ruas devem ser cortadas de uma só vez e enleiradas de forma a facilitar o carregamento, voltar efetuando o desponte.

O pagamento dos cortadores é feito de acordo com o rendimento em m<sup>2</sup> de cana cortada por cada um. Após o fechamento da quadra é feito a pesagem da mesma na balança e pondera-se o pagamento conforme a metragem alcançada de cada cortador. A aferição da metragem é feita pelos fiscais de turma com auxilio de um compasso, os dados são passados para o coletor que é descarregado diariamente no sistema.

#### 5.4.3.2. Carregamento e transporte



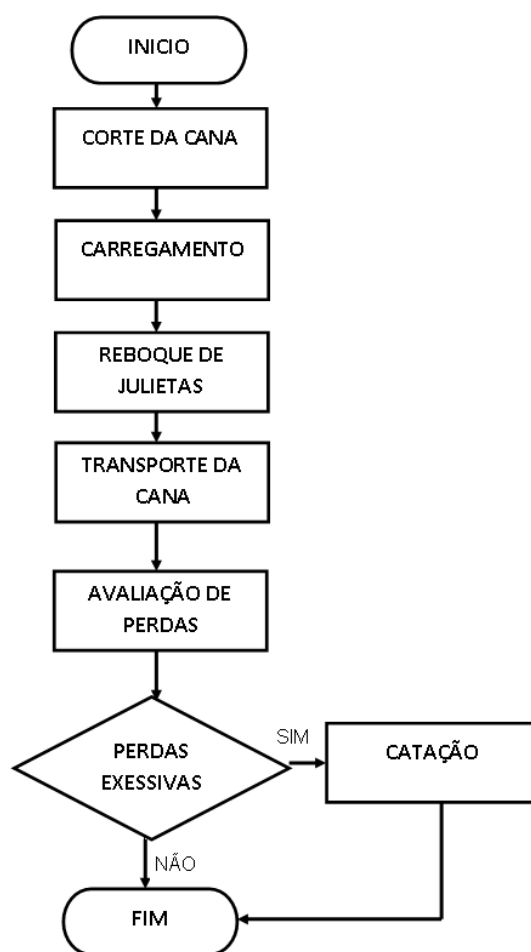
O carregamento é feito por carregadoras que distribuem a cana inteira nas caixas dos treminhões, quando em cana crua, é retirado o excesso de palha nas laterais.

O transporte da cana inteira provinda de corte manual segue o mesmo procedimento da cana picada, sendo a principal diferença o uso exclusivo de treminhões.

#### 5.4.3.3. Avaliação de perdas e catação

Antes do fechamento da quadra é feito uma avaliação de perdas, caso necessário é realizado uma catação.

A Figura 13 mostra, na forma de fluxograma, os processos envolvidos na operação de colheita manual na usina.



**Figura 13.** Fluxograma operacional colheita manual.

## 5.5. Tratos culturais da cana soca

### 5.5.1. Manejo da palha

O manejo da palha geralmente inicia as operações de tratos culturais da cana soca, esta medida facilita as operações subseqüentes, facilitando a visualização das linhas e entrelinhas, evitando o pisoteio de soqueiras.

A operação pode ser realizada com tratores pequenos a médios, o implemento trabalha enleirando a palha contida em 2 entrelinhas em uma terceira, esta conformação é usada em áreas colhidas mecanicamente. A conformação de 4 entrelinhas limpas para uma leira é usada em áreas de corte manual.

### 5.5.2. Calagem

Na cana soca a calagem é feita em cana de segundo ou terceiro corte, mediante a necessidade constatada em laudo de análise de solo. A escolha do tipo de calcário deve ser feita mediante a relação Ca/Mg sendo ideal para a cultura da cana (3/1).

#### 5.5.3. Aplicação de vinhaça

A aplicação de vinhaça na cana soca segue o mesmo sistema da cana planta, entretanto não é considerada uma adubação de reforço. Na cana soca é aplicado um volume de aproximadamente 120 m<sup>3</sup> de vinhaça.

Nas áreas irrigadas por vinhaça é aplicado apenas Ureia na tríplice operação, enquanto que nas áreas não irrigadas, a adubação na tríplice operação é feita com adubo formulado (NPK 24-00-15)

#### 5.5.4. Tríplice operação

Esta operação é assim chamada por escarificar o solo, distribuir o adubo e quebrar os torrões simultaneamente e prepara o solo para operação seguinte que é a carpina química ou aplicação de herbicidas.

O implemento realiza primeiramente o corte da palha não enleirada, em seguida a uréia ou formulado é disposto sobre o solo, a incorporação do fertilizante é feita por uma grade pequena composta por quatro discos recortados de 18". Na extremidade do implemento há um rolo destorreador finalizando a operação.

Quando há formação de torrões com diâmetro superior a 10 cm, deve-se evitar a escarificação e distribuir o adubo ou uréia sobre o solo. A uréia utilizada na usina Ester não é recomendada para distribuição superficial, devido a volatilização por enzimas (uréases) de bactérias presentes no solo.

Para realização da operação é necessário trator pequeno/médio, caminhão com sistema de elevação hidráulica para transporte dos big bags e abastecimento dos implementos cultivadores (**Figura 14**). O implemento precisa ser devidamente regulado para uma distribuição homogênea na dose recomendada.



**Figura 14.** Cultivador sendo abastecido com formulado (NPK).

#### 5.5.5. Aplicação de herbicida

Não diferente das demais aplicações de herbicidas, primeiramente é feito um levantamento das populações de plantas infestantes para se definir uma estratégia (químicos) utilizados no combate as invasoras.

#### 5.5.6. Controle de praga

Está é a operação que finaliza o processo produtivo, onde primeiramente é feito um levantamento populacional das pragas e se esses atingem índices de dano econômico para então decidir a estratégia de controle química (**Figura 15**) ou biológica.



**Figura 15.** Aplicação de produtos para controle químico de *Sphenophorus* L.

No controle químico de pragas as pulverizações podem ser feitas no subsolo ou superficial, dependendo do habito da praga combatida. Os

implementos devem ser ajustados para uma aplicação homogênea e na dose recomendada.

#### 5.5.7. Aferição dos equipamentos

Para uma distribuição uniforme da dose recomendada, é necessário uma aferição dos equipamentos (bicos, vazão, velocidade de aplicação, distribuição). Este teste pode ser feito da seguinte forma:

Com um cronometro, registrar o tempo em que o trator percorre a distancia de 50 metros na velocidade e RPM em que será realizada a aplicação. Com o trator parado e o tanque somente com água no caso de pulverização coletar todo o volume lançado por uma unidade de dispersão (bico ou tubo) do equipamento durante o tempo registrado anteriormente. O valor alcançando em litros ou em gramas deve ser igual ao obtido pela seguinte equação:

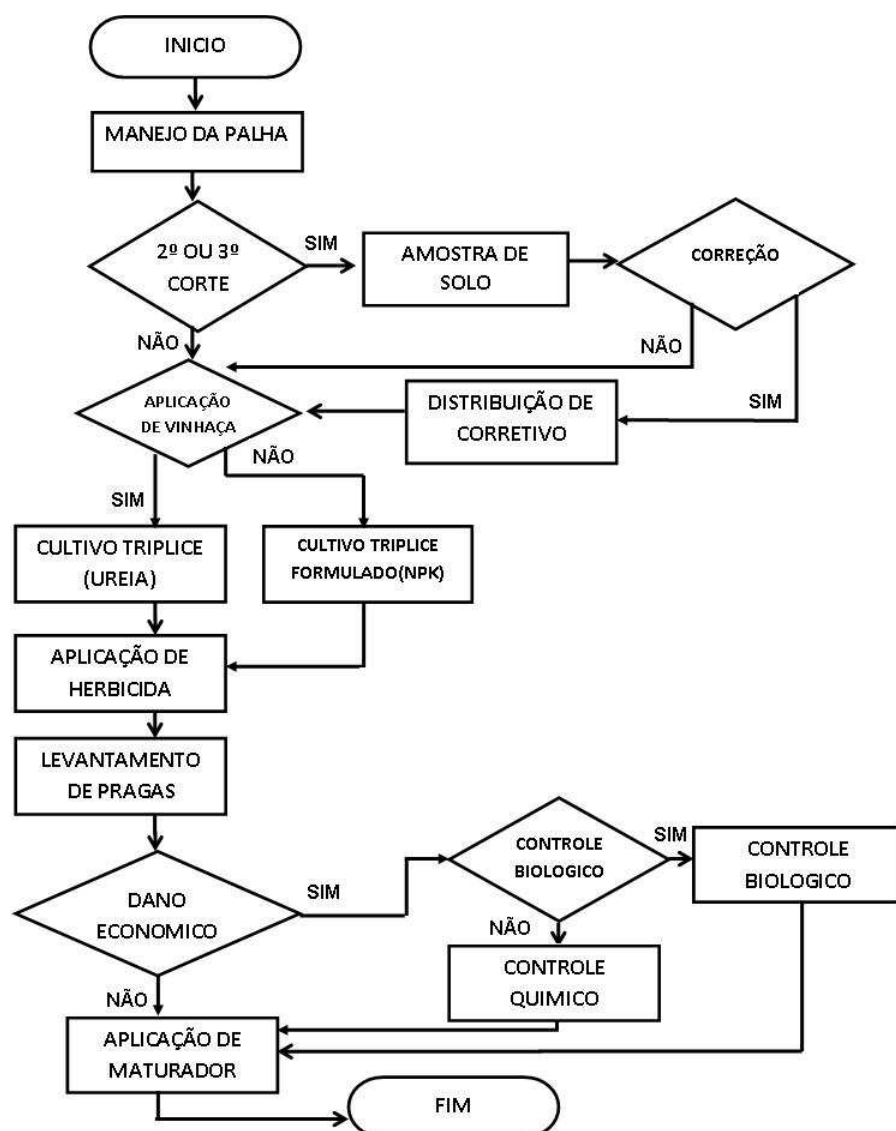
$$Va = \frac{D \left[ \frac{E}{2} \right]}{100}$$

**Onde: Va=Valor alcançado (L ou Kg));**

**D=dose recomendada (L ou kg/ha);**

**E=espaçamento entre linhas (m).**

A Figura 16 mostra, na forma de fluxograma, os processos envolvidos nos tratos culturais da cana soca.



**Figura 16.** Fluxograma operacional dos tratos culturais da cana soca.

## 5.6. Desenvolvimento agrícola

O setor de desenvolvimento agrícola da Usina Ester tem como objetivo principal a multiplicação em viveiros de clones com bom desempenho agrícola, isso é, material altamente produtivo em determinado ambiente e que apresente características desejáveis a colheita mecanizada (resistente ao pisoteio, brotação sob palha, perfil ereto). Além da seleção de clones, o setor realiza diversos ensaios com herbicidas, bioestimulantes e etc., a fim de incrementar a

produtividade com um manejo mais apropriado, coleta de amostras de solo para análise e estimativa de produção.

#### 5.6.1. Ambientes de produção

Os ambientes de produção são classificados a partir do mapeamento dos solos cultivados por cana-de-açúcar, com uma metodologia de levantamento de solos específica para a cultura da cana, desenvolvido pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC). Neste sistema, os solos são mapeados de acordo com suas características texturais, químicas e morfológicas, em diferentes unidades de mapeamento (tipos de solo).

Os ambientes de produção, A, B, C, D, E e F, (Tabela 3) são definidos pela interação entre tipo de solo e produtividade das variedades de cana-de-açúcar. (média de produção dos 4 primeiros cortes ton/ha). Este último é fortemente influenciado pelo manejo empregado, relevo e clima.

A área mapeada com cana pelo CTC utilizando esse sistema é bastante ampla e significativa no Brasil, ultrapassando atualmente um milhão de hectares, não existindo em outras instituições cadastro semelhante para a cultura da cana.

Tabela 3: Diferentes ambientes de produção baseado no potencial produtivo e TCH.

Ambiente	Potencial de produtividade	TCH (t cana/ha) média 4 cortes
A	Alto	$TCH \geq 95$
B	Médio/alto	$90 \leq TCH < 95$
C	Médio	$85 \leq TCH < 90$
D	Médio/baixo	$80 \leq TCH < 85$
E	Baixo	$TCH < 80$
F	Manejo diferenciado	-----

Hoje a Usina Ester conta com 46 cultivares de cana-de-açúcar, sendo que sete desses representam 75% da área plantada. A cultivar RB 86 7515 abrange 26% dos canaviais, embora sua excelente produtividade, esta tende a ser substituída gradativamente por outras cultivares mais adaptadas a colheita mecanizada como a CTC 4, RB 96 6928, CTC 15 e CTC 17.

Segundo o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), a CTC 4 apresenta ciclo de maturação media, podendo ser cultivada em ambientes A, B, C e D e colhida de junho a outubro. Possui um excelente perfilhamento e fechamento, boa adaptação ao plantio mecanizado e brotação de soqueira sob a palha, tolerante a seca e destaca-se ainda por apresentar grande estabilidade e longevidade. Frente a RB 86 7515, após 5 cortes a CTC 4 produziu cerca de 9,5 t ATR/ha a mais em comparativo realizado pela Usina Ester em 2011.

Para ambientes de produção C, D e E (fracos) ciclo intermediário em plantio de ano e meio, a Usina Ester aposta na rusticidade da variedade CTC 15, com colheita nos meses de julho a setembro. Esta variedade destaca-se por sua excelente tolerância a seca e boa adaptação a ambientes de baixa produtividade.

Para início de safra em solos fracos a variedade em destaque foi a CTC 17, com colheita a partir de maio, este cultivar rústico e precoce responde bem a maturadores e pode produzir no ao final do quinto corte 12 t pol/ha.

Segundo a programação de plantio da Usina Ester 2012, a CTC 4 , CTC 15 e CTC 17 tiveram um incremento de 41,13%, 259,42% e 965,6% respectivamente, ocupando uma área correspondente a 26,56% do total da produção própria( Fazendas da Usina Ester + arrendamentos).

Com exceção da CTC 15, as variedades mais promissoras tiveram o plantio feito no período de dezembro a março (2010-2011 e 2011-2012), o que caracteriza como cana de ano e meio, apresentando ciclo mais longo, aproximadamente 18 meses. Quando plantada nesta época a cana-de-açúcar passa por três períodos distintos, onde no primeiro encontra condições favoráveis ao crescimento vegetativo.

O segundo período que se estende de abril a setembro é marcado pela redução do metabolismo da planta, provocado pelo stress hídrico e baixa temperatura do ar. O terceiro período vai de setembro/outubro a maio/abril do ano seguinte, a cana-de-açúcar retoma seu crescimento e entre em fase de



maturação, quando se inicia a colheita. A cultivar CTC 15 teve seu plantio dividido em cana de ano e meio e plantio de inverno.

#### 5.6.2. Estimativa de produtividade

A estimativa de produtividade é uma ferramenta importante para tomada de decisão de início e fechamento de safras além de taxas de abastecimento e moagem da unidade industrial (Schmidt et al, 2001). Na UAE a estimativa é baseada na experiência do estimador, que, através de índices obtidos em cortes anteriores e profundo conhecimento no comportamento da variedade em questão, consegue com certa precisão estimar a produtividade do canavial.

#### 5.6.3. Viveiros de mudas

O principal meio de propagação para plantios comerciais é de forma vegetativa, através de colmos com idade não superiores a 12 meses, fracionados em rebolos contendo de 3 a 4 gemas vegetativas, visando quebrar a dominância apical exercida pela gema do ápice (SEGATO et al, 2006)

Frente a indexação de novas áreas e reforma de aproximadamente 20% dos canaviais, o setor de desenvolvimento tem como função de identificar em canteiros de mudas, plantas aptas a propagação vegetativa, isto é, com idade entre 9 a 12 meses, de preferência no primeiro corte, livre de doenças, pragas e plantas infestantes. O índice de maturação (IM) não é verificado, sendo assim, a tomada de decisão é baseada no feeling da equipe (Milton e Ederaldo). No decorrer da semana foi avaliada a qualidade das mudas em diversas localidades como DE e PR(CTC 4), GC (CTC 15), JB (CTC 17) Rhodia (6928) e etc.

#### 5.6.4. Qualidade agrícola

A qualidade operacional é uma ferramenta poderosa para o incremento da produção e redução de custos das mesmas, tornando a empresa mais competitiva, ambientalmente correta e socialmente justa.

O programa de qualidade da Usina Ester visa a padronização de praticas operacionais buscando uma maior longevidade produtiva e redução dos custos operacionais de seus canaviais.

Para realização das auditorias a UAE conta com uma equipe que aplica um roteiro de inspeção. Neste roteiro constam aferições de implementos, avaliação visual de alguns parâmetros e avaliação pratica para parâmetros mensuráveis como profundidade, altura, tamanho etc.

## 6. Considerações finais.

O sucesso da expansão do setor sucroalcooleiro nacional, que tem colocado o Brasil em destaque no cenário mundial na produção de etanol, açúcar e mais recentemente na co-geração de energia, é resultado de esforços de profissionais de diferentes áreas do conhecimento, dentre eles o engenheiro agrônomo. O emprego de tecnologias e praticas que permitam o aumento de produtividade e longevidade dos canaviais são constantemente utilizadas e testadas pelo setor, como a escolha do cultivar mais adequado para a área em questão, praticas que reduzem o pisoteio por maquinas, densidade ideal de plantio, emprego de fertilizantes e defensivos na dose e momento mais apropriado, tais medidas somados a redução gradativa da queima dos canaviais, vão ao encontro da sustentabilidade do setor, agredindo menos o meio ambiente.

O emprego de tecnologias como agricultura de precisão foi visto na aplicação de fertilizantes e sulcação. O fertilizante FH Micro Total possui em cada granulo N, P, K e um revestimento de micronutrientes de alta solubilidade, formulado de acordo com a necessidade do solo, permitindo uma distribuição uniforme do fertilizante, reduz o trafego de maquinas e mão-de-obra, uma vez que macro e micronutrientes são aplicados em uma única operação.

O estágio realizado no setor agrícola da UAE proporcionou muitas experiências e foi fundamental para conhecimento das rotinas envolvidas no processo produtivo da cana-de-açúcar. Os feedback's dos relatórios semanais e materiais passados pela supervisão do estágio foram de grande valia na busca do conhecimento e aprendizado. Dessa forma, durante todo esse processo, e até mesmo ao elaborar o relatório foi possível adquirir novos conhecimentos,

resultante da análise das informações obtidas pela observação, pela teoria e situações vividas no estágio.

Nas operações de preparo de solo e cultivo o principal motivo de quebra de maquinas e implementos esta ligada a presença de pedras nas áreas de operação, para tal, sugiro a elaboração de um “mapa operacional”, para cada área trabalhada. Cada operador deve receber o mapa impresso da área em que esta trabalhando, ao constatar a presença de pedras ao objetos que possam de alguma forma quebrar o implemento, este deve ser assinalado no mapa. Ao final, o mapa deve ser encaminhado ao setor de topografia que atualizará o sistema, assim com o passar dos anos e inúmeras operações realizadas na mesma área o mapa tende a ficar cada vez mais completo.

Ao meu ver, o pisoteio das socas é o principal fator de queda de produtividade nos canaviais da UAE, como sabemos, em um solo compactado o desenvolvimento radicular fica comprometido, desta forma a planta não consegue explorar o potencial do solo e o suporte a ela oferecido (água, adubação, fertirrigação), as raízes rasas também oferecem maior susceptibilidade ao arranque.

Uma sugestão dada por um membro da equipe técnica seria uma campanha entre os colaboradores da usina para combater esta pratica, acho valida a idéia mais não o suficiente.

O uso de tecnologias de navegação poderia resolver parcialmente o problema, porem seria a solução mais onerosa, minha sugestão seria a criação de áreas de manobras no projeto de sistematização para transbordo e demais tratores. Cada área dessa ocupara cerca de 153 m<sup>2</sup>, de acordo com o diâmetro necessário para as manobras dos tratores, se instalados duas por ha e o centro da circunferência coincidir com o centro de um carreador secundário, estes possuem 3 metros de largura, cada área de manobra ocuparia apenas 112 m<sup>2</sup> da área util.

Nos tratos culturais a adoção de implementos multifuncionais reduziria o consumo de óleo, horas maquina, horas de operador e trafego de maquinas no interior dos talhões. Um bom exemplo seria a operação de nivelamento, devido a simplicidade do implemento, é necessário uma outra operação para aplicação de herbicidas, esta terceirizada. Hoje no mercado encontra-se implementos nivelador/cultivador/pulverizador.

A adoção de um sistema de plantio mecanizado requer um alto investimento e tempo para adaptação da equipe a esta operação. No entanto, o sistema utilizado na UAE é apropriado porém existe uma carência de qualidade no mesmo, por falta de fiscalização ou por desleixo dos fiscais de plantio. Esta operação deveria ter um cuidado especial devido ao custo elevado e a persistência dos resultados (pelo menos 5 cortes).

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M. C. B. **Efeito de três sistemas de manejo físico do solo no enraizamento e na produção de cana-de-açúcar.** 2008. 100p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.J. **Sistematização de área para a colheita mecanizada da cana-de-açúcar.** Revista Coplana, Guariba, SP, 2008, n. 53, p. 23 – 25.

BEAUCLAIR, E.G.F.; SCARPARI, M.S.; Noções fitotécnicas. In. RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V.; IDE, N.Y.; **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte.** Piracicaba: Barros & Marques Editoração Eletrônica, 2006. V.1. 216p.

CARVALHO FILHO, A.; BONACIM, J. L. G.; CORTEZ, J. W.; CARVALHO, L. C. C. **Mobilização de um latossolo vermelho acriférico em função de sistemas de preparo do solo.** *Biosci. J.*, Uberlândia, v.24, n.3, p.1-7, July/Sept.. 2008

COLETI, J.T.; STUPIELLO, J.J.; Plantio de cana-de-açúcar. In SEGATO, S.V; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.; **Atualizações em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP 2, 2006.

COSENTINO, J.A.S.; SOUZA, J.L.G. de. **Forragem produzida a partir da palha da cana-de-açúcar - A humanização da produção de cana.** 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_3/humanizacao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/humanizacao/index.htm)>.

FRANCO, L. O maior produtor do mundo. **Globo Rural edição especial.** Edição Especial.n. 8, p. 24-29, mar.2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da Produção Agrícola, março de 2012. Disponível em:

[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr\\_201203.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201203.pdf) acessado em 26/11/2012

LINS, C.; SAAVEDRA, R. **Sustentabilidade corporativa no setor sucroalcooleiro brasileiro**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, 2007.

LIONÇO, E., BRESSAN, J., SILVA, C. M. **Sistematização da área para implantação da colheita mecanizada da cana-de-açúcar**. Campo Digit@l, v.5, n.1, p.20-25, Campo Mourão, dez., 2010. Disponível em <http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/viewFile/727/346>. Acesso em 3 novembro de 2012.

MACHADO, A. J. 2008. **O método de análise de cenários aplicado ao agronegócio do etanol interpretado a partir da abordagem sistêmica**. Disponível em: <http://www.facef.br/revistas/index.php/facefpesquisa/article/viewFile/144/207>

MAGALHÃES, P. S.; GRAZIANO et. al. **Workshop de colheita de Cana-de-açúcar e palha para produção de etanol, 2006**. Disponível em: <[http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/relatorio\\_workshop\\_colheita\\_de\\_cana.pdf](http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/relatorio_workshop_colheita_de_cana.pdf)>. Acesso em: 15 agosto 2012.

MORAES, M. A. F. D. de; SHIKIDA, P. F. A. (Orgs). **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002. 368p.

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. **Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar**. In. SEGATO, S.V; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.; Atualizações em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: CP 2, 2006

SCHIMIDT, E.J.; GERS, C.; NARCISO,G.; Frost, P. **Remote sensing in the south African Sugar Industry**. In International Society of Sugarcane Technologists Congress, 2001.Brisbane. Proceedings... Brisbane, v. 2, p. 241-246.

TEDESCO, M. J., SELBACH, GIANELLO, C., CAMARGO, F.A. O.. **Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente** (159-181). In: SANTOS, G. A., CAMARGO, F. A. O. (Eds.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Genesis, 1999. 491p.